بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات الزراعية

قسم الهندسة الزراعية

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف

بعنوان

استخدام نموذج رياضي لحساب حجم الشقوق في التربة الطينية

إعداد الطالبة:

ملاذ عبد الله ميرغني نور الدائم

إشراف الدكتور:

عباس الشيخ رحمة

2015م

قال تعالى:

(الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ فِرَاشًا وَالسَّمَاءَ بِنَاءً وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَكُمْ فَلَا تَجْعَلُوا لِلَّهِ أَنْدَادًا وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ)

صدق الله العظيم

سورة البقرة الآية (22)

الإهداء

إلى من كان له الفضل بعد الله تعالى في وجودي

إلى من رباني صغيرا وراعاني شابا وصاحبني كبيرا

إلى من أمرني الله تعالى أن اخفض له جناح الذل من الرحمة

إلى من فقدت بفقده أبا كريما وأخا ناصحا ومشارا مؤتمنا

إلى من سألت الله أن يرزقني بره في حياته وأسأل الله تعالى أن يرزقني بره بعد وفاته

(إلى روح أبي العزيز)

إلى التي تعجز زراعي عن كتابة حرف في حقها واقف حائرة مكتوفة الأيدي أمامها أدامها الله لي سندا وعونا

(أمي العزيزة)

إلى الذكريات الجميلة في دواخلي الذين أكملت معهم المشوار وصاروا جزءا لا يتجزأ مني

(أصدقائي وصديقاتي)

إلى أساتذتي الأجلاء بقسم الهندسة الزراعية

إلى التي جمعتنا ومضينا فيها أجمل لحظات حياتنا

(شمبات)

إلى الذين أفتخر وأتباهى بهم

(إخواني وأخواتي)

الشكر والعرفان

الشكر أولا وأخيرا لله سبحانه وتعالى الذي وهبنا العقل والحكمة والحمد لله الذي أعاننا على اجتياز هذه المرحلة، الشكر الجزيل للدكتور/

عباس الشيخ رحمة

وكذلك أخص بالشكر أيضا البروفيسور/ حسن إبراهيم الذي ساعدني في هذا العمل المتواضع وكل العمال بقسم الهندسة وأيضا لكل من ساعدني برأيه لإخراج هذا البحث. وأخص به أصدقائي وصديقاتي بقسم الهندسة الزراعية وجميع العاملين.

الباحثة

ملخص البحث

لما كان معظم المشاريع الزراعية بالسودان تقع في السهول الطينية المتشققة يكون من الضروري التنبؤ بتقدير حجم الشقوق وتغيراتها مع الرطوبة ودورها في حركة الماء وتسربها داخل التربة خاصة في صحة ظروف الرية الأولى داخل التربة حتى يمكن تقدير حجم الشقوق ، عمدت هذه الدراسة إلى عمل نموذج رياضي لتقدير حجم الشقوق إعتماداً على كثافة التربة والرطوبة تم حديد صحة النموذج بمقارنته لحجم الشقوق الفعلي المقاس في الحقل وبنموذج الخضر 1985م.

إتضح من خلال التحليل الإحصائي عدم وجود فروقات معنوية بين النماذج والحقل.

من خلال الدراسة إتضح ان استخدام النموذج إيجابي ومفيد ولكنه يحتاج للمزيد من التجارب والدراسات في مواقع مختلفة بإختلاف نسبة الطين في التربة.

الفهرست

الرقم المتسلل	المحتويات	رقم الصفحة
1	الاية	i
2	الاهداء	ii
3	الشكر والعرفان	iii
4	ملخص البحث	iv
5	الفهرس	v
6	فهرس الجداول	vii
7	فهرس الاشكال	viii
	الباب الاول: المقدمة	
1-1	خلفية ومبررات الدراسة	1
2-1	المشكلة البحثية	2
3-1	اهداف الدراسة	3
4-1	اطار الدراسة	3
	الباب الثاني : ادبيات البحث	
1-2	نظم الري الحقلي	4
2-2	الري والموارد المائية في السودان	9
3-2	المشاريع المروية	9
4-2	التسرب في الاراضي الطينية	11
5-2	التربة الطينية	13

الباب الثالث : طرق البحث		
1-3	**جمع البيانات الحقلية**	**14**
2-3	**النموذج الرياضي**	**19**
3-3	**تحليل البيانات**	**23**
الباب الرابع : النتائج والمناقشة		
1-4	**مقارنة بين النموذج وبيانات الحقل**	**24**
2-4	**مقارنة بين النموذج وبيانات خارجيه**	**26**
الباب الخامس		
1-5	**الخلاصة**	**30**
2-5	**التوصيات**	**30**
	المراجع	**31**
	الملاحق	**32**

فهرس الجداول

الرقم المتسلل	المحتويات	رقم الصفحة
جدول(3-1)	يوضح بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة بمنطقة الدراسة.	15
جدول(4-1)	يوضح المقارنة بين حساب حجم الشقوق وحجم الرمل بواسطة استخدام نموذج رياضي	24
جدول(4-2)	يوضح المقارنة بين النموذج وبيانات الحقل.	26
جدول(4-3)	يوضح حجم الانكماش وحجم الشقوق لبيانات خارجية(عادل خضر 1985)	27
جدول(4-4)	يوضح المقارنة بين النموذج وبيانات خارجية.	28

فهرس الاشكال

الرقم المتسلل	المحتويات	رقم الصفحة
شكل(3-1)(أ)	يوضح موقع الدراسة.	15
شكل(3-1)(ب)	يوضح الشكل التخطيطي للتجربة	16
شكل(3-2)	يوضح شكل الشقوق	18
شكل(3-3)	يوضح ملء الشقوق بالرمل.	19
شكل(3-4)	Digramic represntation of saturated and fully expended soil block where all cubes are the same size and there are no cracks (n: numbers of layers and u_0= 1).	20
شكل(3-5)	Digramic represntation of saturated and fully expended soil block when its dried, contracted and cracks are developed. All cubes are the same size with u	21
شكل(4-1)	يوضح التغير في المحتوى الرطوبي للتربة مع الايام	28
شكل (4-2)	يوضح المقارنة بين النموذج وبيانات خارجية (عادل خضر 1985)	29

الباب الاول

المقدمة

1-1 خلفية ومبررات الدراسة :

بدأت تظهر مشاكل المياه في العالم والنزاع عليها بسبب زيادة عدد السكان وقلة الموارد وسوء ادارة استغلال موارد المياه يعتبر الجفاف اهم المشاكل التي تواجهها القارة الافريقية منذ فترة طويلة والتي تستمر لسنوات عديدة بسبب قلة المياه .

المياه في السودان بالرغم من حب الله في النيل العظيم وفروعه تتعلق به ثلاث قضايا أولها الاستعمال الخاطئ لمياه الشرب وثانيا انقطاع للمياه يصيب الكثير من المناطق والمشروعات وثالثا التلوث . وترجع هذه القضايا الى مشكلة ادارة موارد المياه .

السياسات الزراعية في السودان الحاضر والمستقبل يتمتع السودان باتساع الاراضي وجودتها وتعدد الموارد الطبيعية الغنية ووفرة الثروة الحيوانية وكفاءة الخبرات البشرية . الهدف العام من السياسات احداث تحول نوعي في القطاع الزراعي من قطاع تقليدي الى قطاع اقتصادي حديث ومتجدد لتحقيق انتاج مرن ومستدام وقادر على المنافسة تسعى السياسات الزراعية لتحقيق الاهداف التالية :

1-تحقيق السلم الاجتماعي بالتنمية الريفية المستدامة والمحافظة على الموارد الطبيعية وحسن ادارتها .

2-تحقيق الامن الغذائي وتحسين دخل الاسرة وتقليل حدة الفقر .

3-بناء قدرات المنتجين والمتعاملين في القطاع الزراعي لرفع كفاءة الاداء كما ونوعا .

4-تعظيم مساهمة القطاع الزراعي في تجارة السودان الخارجية .

الري :- هو عملية امداد الارض بالماء لغرضين:

1-االمحافظة علي الرطوبة الارضية خلال منطقة إمتداد الجذور وذلك بين حدود ملائمة ولازمة لنمو النبات.

2-المحافظه علي درجة التركيز المناسبة للأملاح الموجودة داخل منطقة إنتشار الجذور .

فوائد ماء الري

1-تقوم الماء بدور العامل المذيب للمواد الغذائية التي تحتويها التربة وحملها لجذور النبات.

2-يساعد على نشاط بكتيريا التربة التي تعمل على تحليل المواد العضوية الموجودة في التربة . فيمكن للجذور امتصاصها .

3-يساعد على حفظ درجة حرارة التربة لتكون مناسبة لنمو النبات .

4-يحمل الاملاح الزائدة والمواد الضارة بالنبات الى باطن الارض والمصارف.

ويتم اختيار طريقة الري المتبعة حسب طبيعة المنطقة المراد ريها ، ونوعية التربة من حيث النفاذية والخواص الفيزيائية والكيميائية والمصدر المائي وكفاءته ونوع النبات والظروف المناخية للمنطقة .

الطريقة المتبعة في السودان الري السطحي نسبة لتسطح الارض أو وجود ميل خفيف بها . (شارل سكلا 1991).

2-1 المشكلة البحثيه:

يغطي الري السطحي اغلب الاراضي المزروعة في العالم تستهلك الزراعة 70% من المياه العذبة الري السطحي بالسودان يعمل على رفع انتاجية المحاصيل واستدامة الانتاج يلزم تصميم وتشغيل نظام الري الحقلي بكفاءة عالية ومن اهم مدخلات تصميم نظام الري الحقلي تقدير التسرب وتقدير التسرب في الار اضي الطينية صعب للغاية نسبة لوجود الشقوق في التربة .

جميع معادلات التسرب المستخدمة حاليا في نماذج تصميم الري لم تضع تقدير لتأثير الشقوق على التسرب لهذا تهدف الدراسة الى رفع كفاءة الري السطحي وذلك بحساب حجم الشقوق في التربة الطينية ليكون مدخل لتصميم نظم الري السطحي .

3-1 اهداف الدراسة :

الهدف العام لهذه الدراسة رفع الانتاج الزراعي لمواجهة تزايد السكان عبر رفع كفاءة نظم الري السطحي الذي يشغل مساحات واسعة في السودان في المشاريع المروية .

الاهداف الخاصة :

1.بناء نموذج رياضي لتقدير حجم الشقوق حسب تغير الرطوبة والكثافة في التربة .

2تطبيق النموذج في حالة الاراضي الطينية في مزرعة كلية الدراسات الزراعية – جامعة السودان شمبات .

4-1 اطار الدراسة :

تشتمل هذه الدراسة على خمس فصول يتناول الباب الاول المقدمة وخليفة ومبررات الدراسة وتحديد المشكلة والاهداف الخاصة والعامة باستدامة الانتاج الزراعي في الاراضي الطينية المتشققة ولهذا تم استعراض ادبيات البحث الخاصة بحساب حجم الشقوق وتغيرات الرطوبة والكثافة في الباب الثاني وتم بناء نموذج تقدير حجم الشقوق في الاراضي الطينية حسب الرطوبة والكثافة في التربة يمكن تحديد صحة النموذج الرياضي ثم جمع البيانات الاولية من تجارب حقلية بمزرعة كلية الدراسات الزراعية جامعة السودان شمبات كما موضح في الباب الثالث .

ولتحديد صحة النموذج الرياضي تمت مقارنة بيانات الحقل مع بيانات خارجية (عادل محمد خضر 1985) في الباب الرابع ومن ثم توصلت الدراسة الى توصيات لتقدير حجم الشقوق في التربة الطينية يتضمنها الباب الخامس .

الباب الثاني

أدبيات البحث

1-2 نظم الري الحقلي :

يجب ان يضاف مع الري في الوقت المحدد وفي المكان المحدد وبالكمية المطلوبة وان يتم توزيع ماء الري بصورة متجانسة ومنتظمة لتامين الرطوبة المناسبة التي يحتاج النبات تتم اضافة ماء الري الى الحقل بأحدي الطرق الاتية:

1.الري السطحي surface irrigation

2.الري تحت السطحي subsurface irrigation

3.الري بالرش sprinkler irrigation

4.الري بالتنقيط drip irrigation .

اولا : الري السطحي :

هو اكثر الطرق انتشارا في هذه الطريقة يتم ايصال الماء الى النبات عن طريق القنوات ثم شققها في الارض وهذه الشقوق قد تكون مغطاة أو مكشوفة ومن اهم مميزات هذه الطريقة انها قليلة التكلفة مما يجعلها اكثر انتشارا من غيرها .

طرق نظم الري السطحي :

1.بالري بالأحواض .

2بالري بالشرائح .

3.بالري بالخطوط .

1/ الري بالأحواض :

ابسط نظم ري السطحي واكثرها انتشار تتراوح مساحة الحوض من متر2 الى 17 فدان اعتمادا على نسبة الميل وحجم التصرف ونوعية المحصول يتم ملء الحوض بعمق المياه المطلوب ويترك الى ان يتخلل الى التربة يمكن زراعة معظم المحاصيل تحت هذا النظام وهذا النظام ملائم لري الاراضي ذوات معدلات التخلل الضعيف والمتوسط والعالي في حالة تقليل مساحة الحوض .

مميزات الري بالأحواض :

1.ضمان وصول قطاع التربة لسعته الحقلية .

2.تكاليف العمالة قليلة جدا .

3.لاتفقد المياه بالجريان السطحي .

4.يمكن الاستفادة لأقصى حد من الامطار الساقطة .

5.يمكن غسل الاملاح الموجودة بالتربة بسهولة وكفاءة عالية.

عيوب نظام الري بالأحواض :

1.يعوق استخدام الميكنة.

2.عملية الصرف الطبيعي بطيئة .

3.المساحة المستغلة للقنوات والردميات قد تصل من 10-13% من المساحة الكلية للمزرعة .

4.مكلفة في الاعداد في عمليات التسوية وانشاء الحواجز .

5.يحتاج الى جدول أو قناة ذات تصريف عالي.

2/ الري بالشرائح :

عرض الشريحة يتراوح ما بين 3 الى 15 متر والطول من 100 الى 400 متر وتقسم بواسطة حواجز مستقيمة ويكون الانحدار ما بين 0.5% الى 3% يلائم جميع المحاصيل الكثيفة ماعدا ارز المنخفضات وكما يمكن استقلال النظام في ري الاشجار .

مميزات الري بالشرائح :

1.ضمان وصول قطاع التربة الى سعتها الحقلية .

2.يمكن الوصول الى كفاءة معقولة بالتصميم الجيد .

3.يمكن استخدام الميكنة .

عيوب الري بالشرائح :

1.تكاليف تسوية الارض عالية .

2.تسبب نحر التربة اذا كان التصرف لا يناسب درجة الانحدار .

3.من الصعب على الحصول توزيع متماثل للماء على طول الشريحة .

3/ الري بالخطوط :

هذا النظام يناسب التربة ذات القوام المتوسط والناعم والتربة التي لديها قوة حفظ رطوبة عالية ولا يناسب الاراضي الرملية يناسب محاصيل القطن

والبطـــاطس والـــذرة وبعـــض محاصـــيل الخضـــروات تختلـــف احجـــام الخطـــوط والمسافات بينها باختلاف المحصول وطبيعة التربة .

مميزات الري بالخطوط :

1.تقليل نسبة الفاقد من مياه الري بالتبخر نتيجة لقلة المساحة المبللة .

2. لاتتطلب ضاغط مائي كبير.

3. تتطلب نفس مستوى التسوية المطلوب في طرق الري بالقمر .

4يمكن استخدام في ري اراضي بدرجات انحدار متفاوتة .

عيوب الري بالخطوط :

1.ليس هنالك ضمان لتوزيع منتظم للمياه في منطقة الجذور .

2تحتاج عناية من المزارع .

3.الخطوط تحتاج لصيانة وتقويم بعد كل رية .

ثانيا : الري تحت السطح :

يقصـــد بـــالري تحـــت الســـطحي أو الســـفلي امـــداد النباتـــات بالمـــاء بإضـــافتها تحـــت سطح التربة مباشرة وينقسم الري السفلي الى قسمين :

1.ري تحت سطح طبيعي .

2.ري تحت سطحي صناعي .

ري تحت سطحي طبيعي :

يقصـــد بـــه امـــداد النبـــات بالميـــاه مـــن تحـــت ســـطح التربـــة بـــالتحكم الطبيعـــي فـــي مســـتوى الارضـــي ومـــن اهـــم مميـــزات الـــري الســـفلي الطبيعـــي هـــو عـــدم وجـــود عـــائق لاستخدام الآلات الزراعية . ومن عيوبه ارتفاع الاملاح الى الطبقات السطحية .

الري تحت السطح الصناعي :

هذه الطريقة مكلفة جدا ولنجاحها يجب اتباع الاتي :

1.تسوية سطح التربة .

2.الارض تكون خالية من الاملاح .

3.ان يكون نوع البناء حبيبي .

لاقامة شبكة ري سفلي تستعمل انابيب مسامية أو انابيب بها فتحات لا تزيد عن 2مم توضع على بعد يسمح للجذور ان تنتشر في حيز ملائم للأرض في طريقة المجاري السفلية تقام شبكة المواسير اسفل السطح على عمق يتراوح بين30 الى 50 سم وتتكون شبكة من مواسير فرعية ورئيسية ويوقف ري الارض بمجرد ظهور البادرات فوق سطح الارض .(Dr. wynn R. Walker)

ثالثا : الري بالرش :

يعتبر الري بالرش احد طرق الري غير التقليدية حيث يتم فيها رش الماء في الهواء لكي يسقط على سطح النبات والتربة والتحكم في كمية المياه المضغوطة داخل المواسير وهي محاكاة للري الطبيعي بالأمطار حيث تصل المياه للنباتات عن طريق رزاز متجانس من خلال الثقوب .

مميزات الري بالرش :

1.امكانية اضافة السماد ورش المبيدات مع ماء الري بالرش .

2.استخدامها في الارضي غير العميقة .

3.توزيع منتظم للمياه .

4.المحافظة على مسامية التربة .

5.الاقتصاد في استخدام الايدي العاملة .

عيوب الري بالرش :

1.ارتفاع التكاليف المبدئية لهذا النظام .

2.يتطلب الاستعمال بجهاز الري بالرش الى مصدر مائي ثابت وفي حالة عدم استمرارة يلزم انشاء خزان .

3.يلزم لتشغيله ضخ المياه تحت ضغط مناسب .

4.لاينصح باستعماله في حالة الاراضي الثقيلة والتي يصل فيها معدل تسرب المياه الى اقل من 3 مم/ الساعة .

5-يحتاج الي ارضي منتظمة الشكل.

انواع انظمة الري بالرش :

1.ري بالرش متنقل .

2.ري بالرش ذات حركة مستمرة .

3.ري بالرش ثابت .

الري بالرش المتنقل :

1.ري بالرش متنقل يدويا .

2.ري بالرش متنقل على اطارات.

3.ري بالرش مسحوب بالجرار.

رابعا : الري بالتنقيط :

في هذا النظام تضاف مياه الري على شكل قطرات مائية اسفل النباتات مباشرة وتحت ضغط منخفض من خلال شبكة ري خاصة تنتهي بنقاطات :

مميزات نظام الري بالتنقيط :

1.انخفاض معدلة اضافة المياه .

2.اضافة المياه مباشرة الى منطقة الجذور .

3.المساعدة في مكافحة الامراض وعدم انتشارها .

4.امكانية ري الاراضي غير المستوية .

5.اضافة الاسمدة الكيماويات بكفاءة عالية .

6.زيادة انتاجية المحصول .

7.انخفاض تكاليف العمالة .

عيوب نظام الري بالتنقيط :

1.تكاليف انشاء الشبكة مرتفعة بالنسبة لنظم الري الاخرى .

2.يكثر في هذه الشبكات مشاكل انسداد النقاطات .

3.تراكم الاملاح . (سمير 1986)

2-2 الري والموارد المائية في السودان :

يمتلك السودان مصادر مياه متعددة تتمثل مصادر المياه بالسودان في نهر النيل وروافده واهم روافده (النيل الابيض – النيل الازرق – عطبرة) ، يبلغ الايراد السنوي من مياه بحيرة ناصر بالنسبة للسودان (18.5 مليار متر مكعب) الى جانب وجود عدد من الانهار الموسمية التي تمتلئ بالمياه في موسم الامطار بالسودان ويبلغ ايرادها السنوي 6 مليار متر مكعب واهمها (نهر القاش – نهر بركة – وادي الرهد في كردفان) وتوجد ايضا مصادر للمياه الجوفية

توفر مخزونا يقدر بنحو 40 مليار بتغذية سنوية حوالي 4 مليارات وتقدر مساحة الاراضي في السودان المزروعة بنظام الري المطري ب17.4 مليون هكتار مقارنة بنظام الزراعة المروية1.9 مليون هكتار وتقدر الاستراتيجية المائية (2007 الى 2022) حجم الموارد المائية حاليا بحوالي (31.5 مليار متر مكعب) في العام لمقابلة احتياجات حوالي 40 مليون نسمة وعليه يكون نصيب الفرد الواحد 787.5 متر^3 في العام .

(www.tawtheegonline.com>showthread)

و90%من المياه المتوفرة تستخدم في الزراعة و10% للاستخدامات الاخرى يعتبر السودان من اهم بلدان العالم التي تتوافر فيه المياه والاراضي الزراعية الصالحة للزراعة بما يقارب ثلث اجمالي مساحته البالغة 728215 ميل مربع مما يجعل سلة غذاء عالمية مؤكدة .

وقدرت مساحة الاراضي الصالحة للزراعة في عام 1998م (16900000 هكتار) (41.8 مليون فدان) منها حوالي 1.9 مليون هكتار (4.7 مليون فدان) من الاراضي المروية .

(https://ar.m.wikipedia.org>wiki)

3-2 المشاريع المروية في السودان :

تبلغ مساحة الزراعة المروية في السودان حوالي 4 ملايين فدان أي ما يعادل1.68 مليون هكتار كانت المشاريع تدار جميعها بواسطة القطاع العام قبل ان تبني الدولة سياسة الخصخصة لازالت الحكومة تدير المشروعات الاتحادية الكبرى وهي الجزيرة وحلفا الجديدة والرهد والسوكي وذلك لكبر حجمها وضخامة الاموال المستمرة فيها وتعدد الوحدات الانتاجية والخدمات المرتبطة بكل منها .

مشروع الجزيرة :

انشى مشروع الجزيرة في عام 1925م وهو اعرق مشروع في السودان واكبر مزرعة مروية في العالم بمساحة 2.2 مليون فدان أي ما تعادل 0.924 مليون هكتار يمتد المشروع عبر الجزيرة والنيل الابيض وسنار بطول 300 كيلو متر ويروي ريا انسيابيا – طلمبات من خزان سنار يقوم المشروع على صغار الزراع الذين يقدر عددهم بنحو 15الف زارع يديرون حيازات (حواشات) تتراوح مساحتها بين15 فدان و40 فدان .

يساهم المشروع في الوقت الحاضر بنحو 65 % من انتاج البلاد من القطن ونسبة كبيرة من انتاج القمح والذرة و المحاصيل البستانية .

المحاصيل التي تزرع :

القطن – الفول السوداني – الذرة – القمح – الخضروات – الاعلاف – زهرة الشمس

الحصاد إلي ويدوي والاسواق محلية وعالمية .

مشروع حلفا الجديدة :

تأسس عام 1964م لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية بالمنطقة يقع المشروع في ولاية كسلا بمساحة345000 فدان والمساحة المزروعة منها 185000 فدان ونظام الري صناعي من خشم القربة ويقدر عدد الزراع بنحو 23 الف .

المحاصيل التي تزرع :

القطن – الفول السوداني – القمح – الذرة – الخضروات – غابات .

الحصاد إلي ويدوي والاسواق محلية وعالمية .

مشروع الرهد :

تأسس عام 1975م يقع على ضفة نهر الرهد الشرقية وهو نهر موسمي ينبع من جبال الحبشة على بعد حوالي كلم شمال غرب بحيرة تانا .

تتقاسم ولايتا القضارف والجزيرة مشروع الرهد والذي تمتد مساحته نحو 300 الف فدان مرحلة اولى ويجري الاعداد لتنفيذ المرحلة الثانية في نحو 500 الف فدان .

يعتبر مشروع الرهد الذي انشى في النصف الثاني من السبعينات احدث المشاريع الاتحادية ولعله اخرها في ظل سياسات الخصخصة يعتبر اول مشروع تطبق فيه دورة مكثفة حيث تزرع كل مساحة المشروع على قاعدة الحيازات ويوجد14 الف زراع في المشروع نظام الري انسيابي – طلمبات .

المحاصيل التي تزرع :

القطـــن – الفـــول الســـوداني – الـــذرة – الخضـــروات – الاعـــلاف – زهـــرة الشمس – الحصاد إلي ويدوي والاسواق محلية وعالمية .

مشروع السوكي :

تأســـس عـــام 1970م يقـــع فـــي ولايـــة ســـنار ويعتبـــر اصـــغر المشـــاريع الاتحاديـــة بمســـاحة90 الـــف فـــدان الهـــدف مـــن المشـــروع انتـــاج محاصـــيل ذات عائـــد يســـاهم فـــي دعـــم الـــدخل القـــومي يـــروي المشـــروع ري انســـيابي – طلمبـــات مـــن نهـــر النيل الازرق .

والمحاصيل التي تزرع :

القطـــن – الفـــول الســـوداني – الـــذرة – زهـــرة الشـــمس – الخضـــروات – غابات .

الحصـــاد يـــدوي والـــي والاســـواق محليـــة ويـــتم تســـوية القطـــن عبـــر شـــركة الســـودان للاقطـــان وتعتبـــر منطقـــة المشـــروع المرعـــى الطبيعـــي لأبقـــار كنانـــة المتميـــزة بأدرار اللبن العالي .

(www.alhadeeqa.com>gardens)

4-2 التسرب في الارضي الطينية :

التسرب هو العملية التي يمر فيها الماء عبر سطح التربة الى داخلها .

حساب التسرب :

يرتبط معدل التسرب بالمحتوي المائي الاول للتربة ويقاس سم/ ساعة .

معادلات التسرب :

طـــورت العديـــد مـــن المعـــادلات للتعبيـــر عـــن ظـــاهرة التســـرب ومعظـــم هـــذه المعـــاملات تجريبيـــة فـــي الاصـــل وعـــدلت للتوافـــق مـــع مجموعـــة مـــن البيانـــات الفعليـــة ومن هذه المعادلات:

حيث أن:

I	عمق التسرب بالسم او بوصة.
T	زمن التسرب بالدقيقة.
Sp	ثابت الامتصاص بالسم/دقيقة0.5.
Ap	ثابت التوصيل بالسم/دقيقة.

a,b,c متغيرات.

(أ) معادلة كوستيكوف :

أحد المعادلات الاولية لتقدير التسرب

$$i = c(t)^a \qquad (1.2)$$

وجد ان معادلة كوستيكوف تطابق بيانات التسرب تقابل بيانات التسرب المقاسة حقليا خصوصا تلك التي تقاس خلال فترة قصيرة نسبيا .

(ب) معادلة فيليب :

طور معادلة اكثر تعقيدا الى حدا ما ولكن يمكن استنتاجها من نفس البيانات الحقلية المستخدمة في معادلة كوستيكوف وتعطي المعادلة كما يلي :

$$i = sp(t)^{0.5} + ap(t) \quad (2.2)$$

معادلة فيليب تعطي نتائج دقيقة نسبيا خلال فترات زمنية متوسطة مع تحسن دقة النتائج للفترات التي تتجاوز عدة ساعات .

(ج)معادلة هيئة المحافظة على التربة :

$$i = a(t)^b + c \qquad (3.2)$$

قياس التسرب :-

يقاس معدل التسرب بطرق متعددة بناء على نوع نظام الري المراد تصميمه .

يتم قياس معدلات التسرب عادة لنظم الري بالشرائح واحيانا الري بالخطوط باستخدام اسطوانة التسرب المفردة أو المزدوجة .(رتشارد2003)

5-2 التربه الطينيه: -

يعــرف الطــين بانــه احــد النــواتج الثانويــة لعمليــات التحلــل البطــئ للصــخور ومكوناتهــا مــن المعــادن الاوليــه ونظــرا لاخــتلاف كــل عامــل مــن عوامــل تكــوين الارض والفئــات الصــخريه فاننــا نجــد ان هنالــك انواعــا مختلفــه مــن الطــين وهــذه بعــض الخــواص الفيزيائية والكيميائيه للتربه الطينيه.

الباب الثالث

طرق البحث

1-3: جمع البيانات الحقلية :

1/ موقع الدراسة :

تمت الدراسة في مزرعة كلية الدراسات الزراعية جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا شمبات والتي تقع علي خط طول 23درجه شر قا

المناخ : مناخ منطقه شمبات شبه صحراوي يترواح متوسط درجات الحراره العام حوالي 30 درجه مئويه. في الصيف تصل حوالي (40-42) درجه مئويه وفي الشتاء تنخفض حوالي (20-25) درجه مئويه و 10 درجه شمال خط الاستواء وترتفع منطقه شمبات عن مستوي سطح البحر ب383 متر. اجريت متوسط الامطار السنوي 150 ملم النظام الرطوبي السائد وهو مناخ جاف نسبه الرطوبه (16-46%). كما موضح في الصورة رقم (3-1) (أ).

طبوغرافيه المنطقه :-

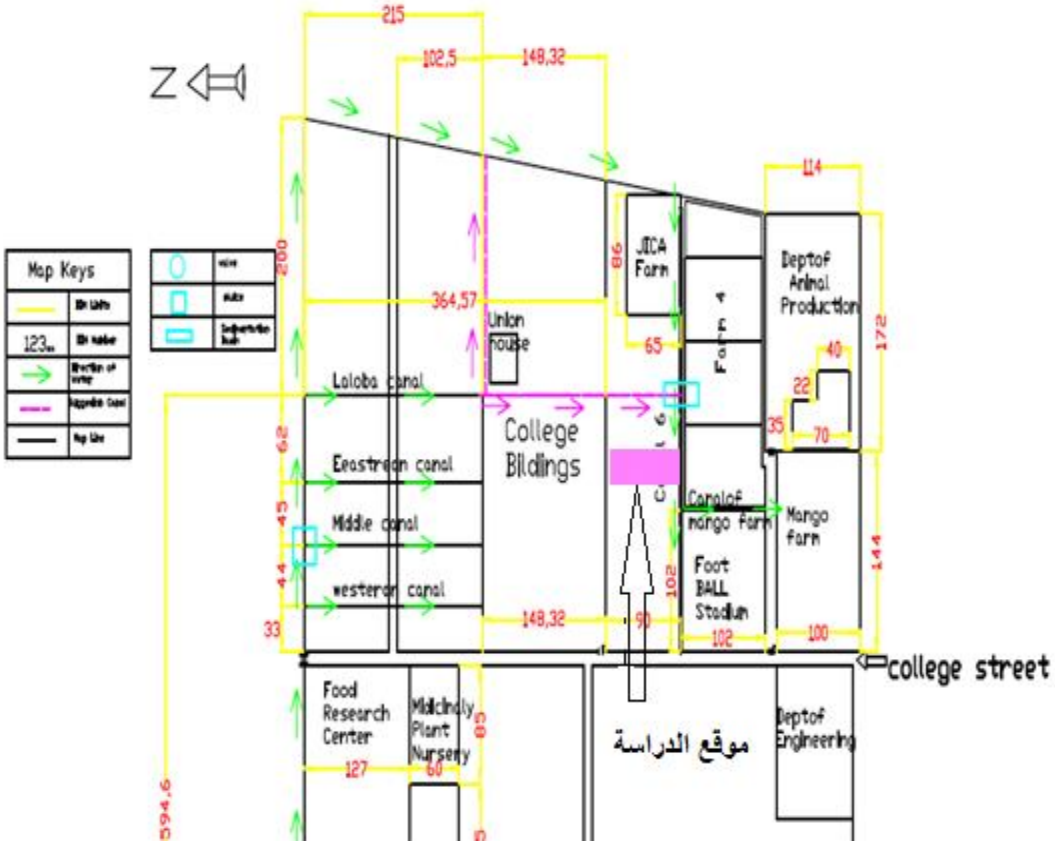
تقع شمبات في الترس الاول لنيل وهي منطقه متويه مستويه بصوره عامه مع وجود انحدار خفيف من جهه الشمال الغربي مع انعدام وجود اي عوائق سواء كانت مرتفعات او جبال او غيرها .

تم عملية اخذ القراءات من منطقة الدراسة وذلك باخذ مساحة 800 مترمربع كانت عبارة عن شريحة مستطيلة أبعادها80*10 متر وتم تقسيم هذة المساحة الى 16 قسم متساوية 5*10 متر وتم اخذ 4 عينات من كل قسم باستخدام متر مربع معدني وكانت متتالية تمثل ماتحملة العينة من رطوبة وكثافة كما موضح في الصورة رقم (3-1) (ب).

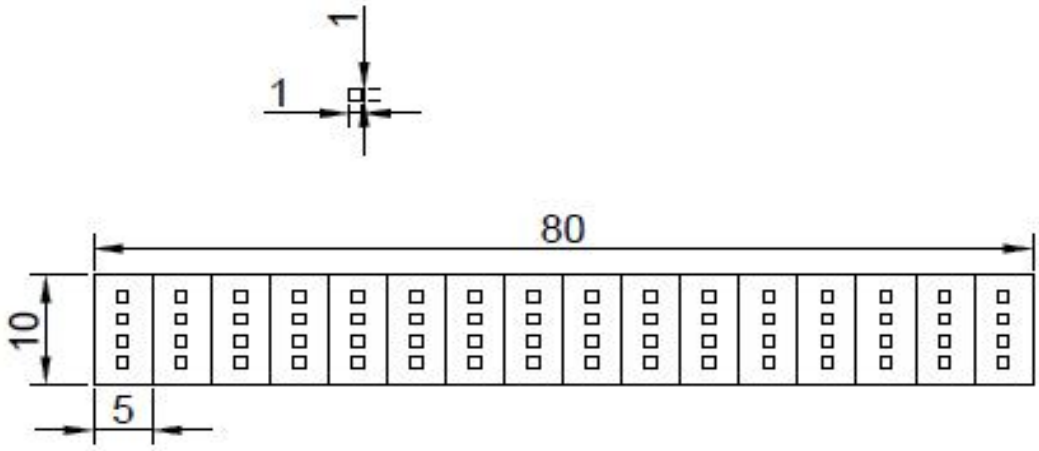
وكانت في كل عينة ثلاث قراءات لاعماق مختلفة كما موضح في جدول رقم (4-1)

جدول(3-1) يوضح بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربه بمنطقة الدراسة

chemical properties									
EC	Exchangeable cations m			CEC meq/100 g	SP%	O.C%	Total	$Ca\ co_3$	ESP	SAR
0.4	Ca + Mg	K	Na	46	76	0.7	0.1	5	2	1
	43.8	1.3	0.9							
Chemical properties					physical properties					
Soluble cation meq/L			Soluble anions meq/L		Particle Size Distribution					
Ca + Mg	K	Na	Hco3	Cl	Sand	silt	Clay	PH		
2.5	0.1	1.5	3.1	0.4	12	39	49	7.7		



صوره رقم (3-1) –(أ) توضح موقع الدراسة



صوره رقم (3-1)-(ب) توضح الشكل التخطيطي للتجربة

الادوات والمعدات المستخدمه في التجربه:-

الادوات	الاستخدام
الاوقر	لاخذ عينات التربه من الحقل
اكياس بلاستيكيه	لحفظ العينات التي اخذت من الحقل
كاسات	يوضع عليها جزء من التربه
ملعقه	لاخذ عينه من الكيس الي الكاس
ميزان حساس	لقياس كميه معينه من التربه
فرن	لتجفيف التربه من الرطوبه

2/ تقدير الرطوبة:-

تـم تقسـيم التجربـه الـي 16وحـده تجريبيـه(أحواض) ثـم أخـذ العينـات لقيـاس الرطوبـه كـل ثـلاث أيـام لكـل وحـده تجريبيـه. تـم اخـذ القـرآت لاربعـه مكـررات لاعمـاق مختلفـه (0-20) (20-40)(40-60 سـم) لتقـدير الرطوبـه ويـتم التقـدير بالمعادلـة **التالية:-**

معادله (1-3) :- تقدير الرطوبه% = (الوزن الرطب – الوزن الجاف × 100)

الوزن الرطب

3/ تقدير الكثافة الظاهريه:-

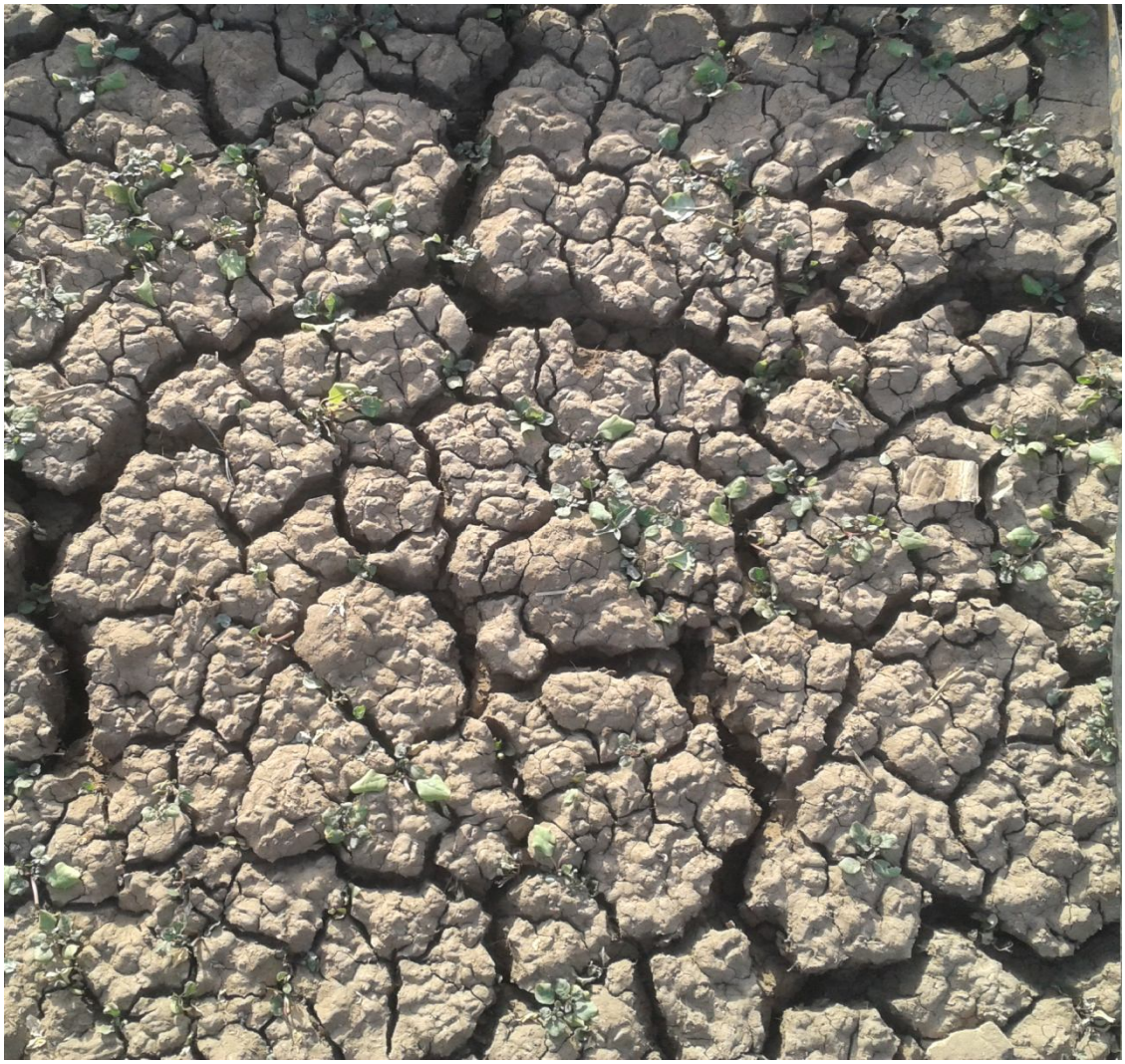
اخـذت العينـات بـنفس الطريقـة السـابقة مـن الحقـل الـى المعمـل ودالـك لتقـدير الكثافـة الظاهريـة لعينةالتربـة بطريقـه شـمع البـرافين ويـتم تقـدير الكثافـة الظاهريه بالمعادلة التالية :

معادله(2-3):- الكثافة = وزن الكتلة / حجم الكتلة

الحجم بالسم ^{3} , الوزن بالجرام

4/ تقدير الشقوق :

تـم تقـدير الشـقوق باخـذ اربعـة مواقـع مـن الحـوض ومسـاحة الموقـع الواحـد متـر × متـر وذالـك بعـد ثـلاث اسـابيع مـن بدايـه التجربـه(كما تشـير الصـورة رقـم (3 -2) وتـم مـلء الشـقوق المختـاره مـن كـل حـوض باحجـام معلومـه مـن الرمـل النـاعم وذالـك لتقـدير حجـم الشـقوق داخـل التربـه فـي موقـع التجربـه. كمـا تشـير الصـورة رقـم (3-3).



صوره (3 - 2) توضح شكل الشقوق

صوره (3- 3) توضح ملء الشقوق بالرمل

2-3 : النموذج الرياضي :

تـــم بنـــاء النمـــوذج باســـتخدام برنـــامج الاكســـل فـــي كتابـــة المعـــادلات التاليـــة لحســـاب حجم الشقوق في التربة الطينية و المعادلات هي:-

$$e_0 . u_0{}^3 = \quad e_c . u^3 \qquad (3.3)$$

Where

: the bluk density at the water content of fully expanded clay, e_0

: the bulk density of field clods, the bulk volume having been measured at e_0 the water content of the samples when taken from soil pits.

: the edge length of a cube of fully expanded soil which equals 1cm u_0

$u_0 = 1$.

: the edge length of a cube of the soil after it is dried, contracted and are u developed with $u < u_0$

Consider a soil k, when it is fully expanded and therefore no cracks, with the following dimensions,

100 cm^2 ×Horizontal plane: 100

Depth : 20 n cm

Where

n: number of layers, each layer of depth equals 20 cm

the volume of the soil whe n it is fully expanded,volume of soil

$$V_0 = \sum_{j=1}^{n}(1 \quad u_0 \quad 100\,u_0 \times 20\,u_0)_j \qquad (3.4)$$

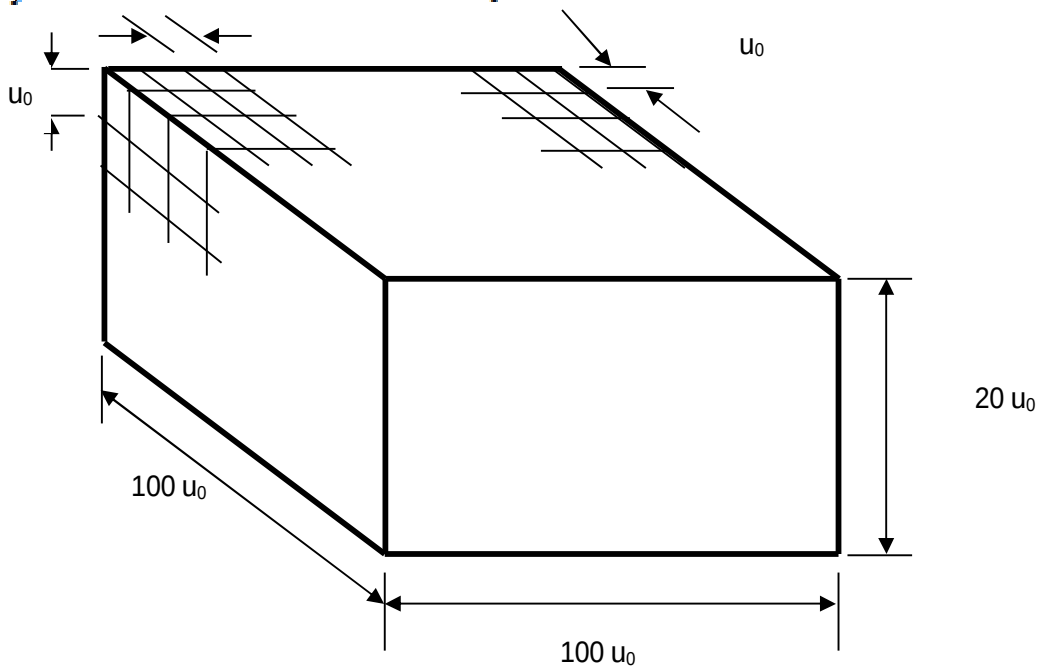


Fig (3-4) Digramic represntation of saturated and fully expended soil block where all cubes are the same size and there are no cracks (n: numbers of layers and u_0= 1)

The soil, after it dries and contracts and the cracks are developed.

$$V_1 = \sum_{j=1}^{n} (100\,u \times 100\,u \times 20\,u)_j \qquad (3.5)$$

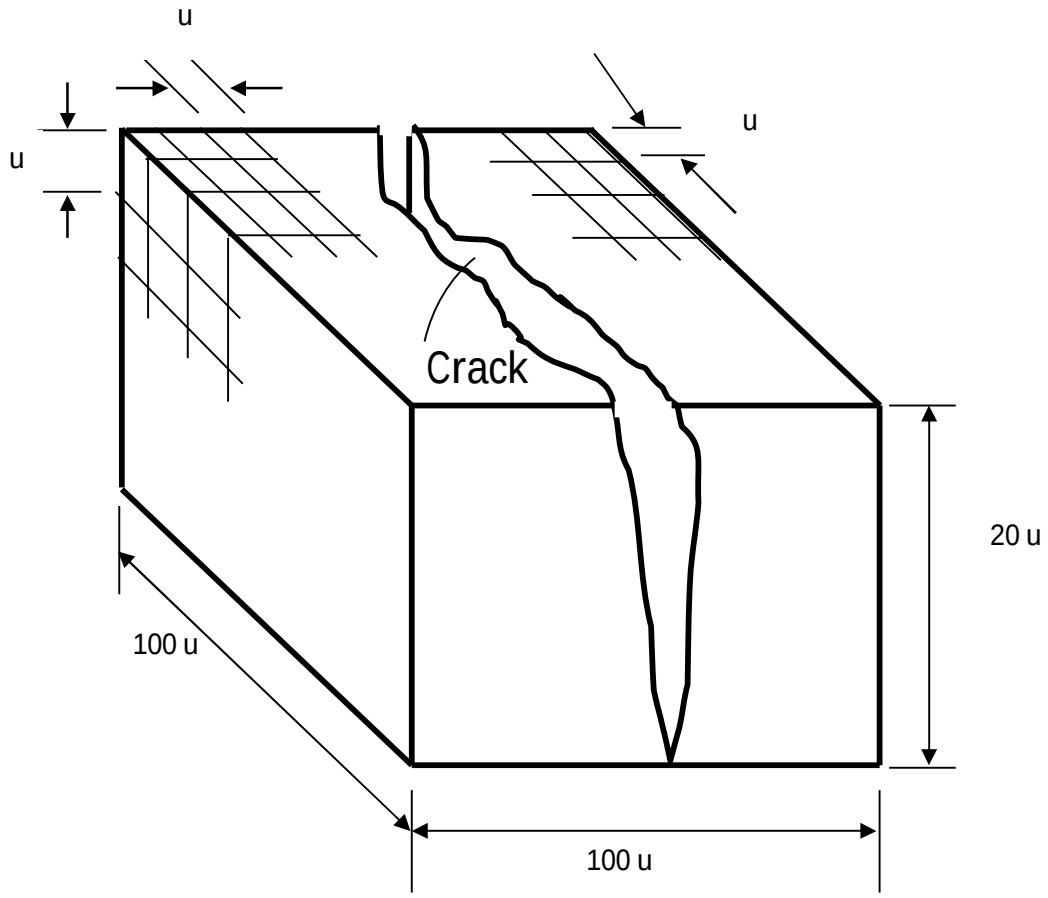


Fig (3-5)Digramic represntation of saturated and fully expended soil block when its dried, contracted and cracks are developed. All cubes are the same size with u

The volume of soil contractions (v_{ct}) = $v_0 - v_1$

$$V_{ct} = \sum_{j=1}^{n} (100 \times 100 \times 20\ u_0{}^3)_j - \sum_{j=1}^{n} (100 \times 100 \times 20\ u^3)_j$$

$$= \sum_{j=1}^{n} 100 \times 100 \times 20 \ \left[{U_0}^3 - \ U^3\right]_j \qquad cm^3$$

$$= \sum_{j=1}^{n} 0.20 \ {u_0}^3 \left[1 - \frac{U^3}{{U_0}^3}\right]_j \qquad m^3 \qquad (3.6)$$

From equation (1)

$$\frac{U^3}{{u_0}^3} = \frac{e_0}{e_c} \qquad (3.7)$$

For fully expanded soil with no cracks,

$$U_0 = 1 \qquad (3.8)$$

$$v_{ct} = \sum_{j=1}^{n} 0.20 \ \left[1 - \frac{e_0}{e_c}\right]_j \qquad m^3 \qquad (3.9)$$

Where

j: the layer number 1,2,3,……

n: number of layers

The model to find the volume of vertical cracks:

$$V_3 = \sum_{j=1}^{n} (100 \ U_0 \times 100 \ U_0 \times 20 \ U)_j \qquad (3.10)$$

$$,V_4 = \sum_{j=1}^{n} (100 \ U \times 100 \ U \times 20 \ U)_j \qquad (3.11)$$

The volume of vertical cracks (v_{cr}) = $v_3 - v_4$

$$Vcr = \sum_{j=1}^{n} (100 \times 100 \times 20\, U_0^2\, U)_j - \sum_{j=1}^{n} (100 \times 100 \times 20 u^3)_J\, cm^3$$

From equation (3.3)

$$= \sum_{j=1}^{n} 0.20\, u_0{}^3 \left[\frac{u}{u_0} - \frac{U^3}{U_0{}^3}\right]_j \quad m^3 \qquad (3.12)$$

$$\frac{U^3}{U_0{}^3} = \frac{e_0}{e_c} \qquad (3.13)$$

and

$$\frac{u}{u_0} = (\frac{e_0}{e_0})^{1/3} \qquad (3.14)$$

$$v_{cr} = \sum_{j=1}^{n} 0.20 \left[(\frac{e_0}{e_0})^{1/3} - (\frac{e_0}{e_c})\right]_j \quad m^3 \qquad (3.15)$$

التحليل الاحصائي :

تم تحليل البيانات باستخدام البرنامج الاحصائي SPSS

الباب الرابع

النتائج والمناقشة

4-1: مقارنة بين النموذج وبيانات من الحقل :

تم استخدام البيانات الحقلية لمقارنة نتائج حجم الشقوق التي تم حسابها باستخدام النموذج الرياضي وحجم الرمل الذي تمت اضافته في الشقوق داخل الحقل ,كما يوضح الجدول رقم(4-1).

جدول (4-1) يوضح المقارنة بين حساب حجم الشقوق وحجم الرمل بواسطة استخدام النموذج الرياضي

Days	location	Depth	Moisture Before	moisture saturation	Bulk Density before	Bulk Density after	Vct m^3	Vcr m^3	e0/ec	$(eo/ec)^{(1/3)}$	Vsand m^3
		cm	%	%	e0	ec					
		0-20	9	24	1.5	1.7	0.02	0.02	0.88	0.96	
3	1	20-40	16.6	19.5	1.7	1.7	0.00	0.00	1.00	1.00	
		40-60	17.6	18.5	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.02	0.02			
		0-20	9	21	1.5	1.7	0.02	0.02	0.88	0.96	
6	2	20-40	16.6	20.2	1.7	1.7	0.00	0.00	1.00	1.00	
		40-60	17.6	19.5	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.02	0.02			
		0-20	9	20.7	1.5	1.7	0.02	0.02	0.88	0.96	
9	3	20-40	16.6	21.5	1.7	1.7	0.00	0.00	1.00	1.00	
		40-60	17.6	20.5	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.02	0.02			
		0-20	9	20.5	1.5	1.7	0.02	0.02	0.88	0.96	
12	4	20-40	16.6	22.2	1.7	1.7	0.00	0.00	1.00	1.00	
		40-60	17.6	20.5	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.02	0.02			
		0-20	9	20	1.5	1.7	0.02	0.02	0.88	0.96	
15	5	20-40	16.6	21	1.7	1.8	0.01	0.01	0.94	0.98	
		40-60	17.6	20.7	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.03	0.02			
		0-20	9	19.7	1.5	1.7	0.02	0.02	0.88	0.96	
18	6	20-40	16.6	21	1.7	1.8	0.01	0.01	0.94	0.98	
		40-60	17.6	22	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.03	0.02			

تابع لجدول (4-1)

		0-20	9	19	1.5	1.7	0.02	0.02	0.88	0.96	
21	7	20-40	16.6	19.5	1.7	1.8	0.01	0.01	0.94	0.98	
		40-60	17.6	20.2	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.03	0.02			0.00037
		0-20	9	15	1.5	1.7	0.02	0.02	0.88	0.96	
24	8	20-40	16.6	19.2	1.7	1.8	0.01	0.01	0.94	0.98	
		40-60	17.6	19	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.03	0.02			0.00003
		0-20	9	14.7	1.5	1.6	0.01	0.01	0.94	0.98	
27	9	20-40	16.6	18.7	1.7	1.8	0.01	0.01	0.94	0.98	
		40-60	17.6	19.5	1.8	1.8	0	0	1	1	
							0.02	0.02			0.00007
		0-20	9	10.7	1.5	1.6	0.01	0.01	0.94	0.98	
30	10	20-40	16.6	15.2	1.7	1.8	0.01	0.01	0.94	0.98	
		40-60	17.6	17	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.02	0.02			0.00012
		0-20	9	8.7	1.5	1.6	0.01	0.01	0.94	0.98	
33	11	20-40	16.6	14.2	1.7	1.8	0.01	0.01	0.94	0.98	
		40-60	17.6	15.5	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.02	0.02			0.00012
		0-20	9	8.5	1.5	1.6	0.01	0.01	0.94	0.98	
36	12	20-40	16.6	13	1.7	1.8	0.01	0.01	0.94	0.98	
		40-60	17.6	14	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.02	0.02			0.00007
		0-20	9	10	1.5	1.6	0.01	0.01	0.94	0.98	
39	13	20-40	16.6	13.2	1.7	1.7	0.00	0.00	1.00	1.00	
		40-60	17.6	15.7	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.01	0.01			0.00010
		0-20	9	9	1.5	1.6	0.01	0.01	0.94	0.98	
42	14	20-40	16.6	17.2	1.7	1.7	0.00	0.00	1.00	1.00	
		40-60	17.6	17.5	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.01	0.01			0.00011
		0-20	9	6.2	1.5	1.6	0.01	0.01	0.94	0.98	
45	15	20-40	16.6	12.7	1.7	1.7	0.00	0.00	1.00	1.00	
		40-60	17.6	14.7	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.01	0.01			0.00014
		0-20	9	10.5	1.5	1.6	0.01	0.01	0.94	0.98	
48	16	20-40	16.6	14.5	1.7	1.7	0.00	0.00	1.00	1.00	
		40-60	17.6	15	1.8	1.8	0.00	0.00	1.00	1.00	
							0.01	0.01			0.00013

وتمت المقارنه باختبار (t-test) و من نتائج المقارنة وجد انه ليس هنالك فروقات معنويه بين حجم الشقوق المحسوبة بواسطة النموذج وكميه الرمل المحسوبه في الحقل لملء الشقوق كما موضح في الجدول رقم (4-2)

جدول (4-2) يوضح مقارنه بين النموذج وبيانات الحقل

الموقع	O	E	O-E	(O-E)^2/E	P	DF	T	
7	0.02	0.0004	0.02	1.331	0.01	9	2.776	21.67
8	0.02	0.0000	0.02	16.43				
9	0.02	0.0001	0.02	3.377				
10	0.02	0.0001	0.02	1.990				
11	0.02	0.0001	0.02	1.911				
12	0.02	0.0001	0.02	3.218				
13	0.01	0.0001	0.01	0.621				
14	0.01	0.0001	0.01	0.656				
15	0.01	0.0001	0.01	0.466				
16	0.01	0.0001	0.01	0.506				
N	10			30.51				

قيم الاختبار=T,درجة الحرية=DF , الاحتمالية = P .^{3}حجم الرملة بالمتر =E , ^{3}حجم الشقوق بالمتر = O

2-4 مقارنة بين النموذج وبيانات خارجية (عادل محمد خضر1985):-

تمت مقارنه النموذج مع البيانات الخارجيه(عادل محمد خضر1985) لتحقق من صحه النموذج كماموضح في الجدول رقم (4-3).

جدول (4-3) حجم الانكماش وحجم الشقوق لبيانات خارجيه (عادل محمد خضر1985)

Furrow distance)	Depth	moisture Before	Moisture saturation	Bulk Density before	Bulk Density after	Vct m^3	Vcr m3	(e0/ec)	$(e0/ec)^{(1/3)}$
m	cm	%	%	e0	ec				
	0-20	26.5	53	1.11	1.34	0.03	0.02	0.83	0.94
30	20-40	28.8	49	1.11	1.43	0.04	0.03	0.78	0.92
	40-60	30.4	45	1.23	1.56	0.04	0.03	0.79	0.92
						0.12	0.08		
	0-20	26.5	53	1.11	1.34	0.03	0.02	0.83	0.94
90	20-40	31	49	1.11	1.45	0.05	0.03	0.77	0.91
	40-60	33.1	45	1.23	1.49	0.03	0.02	0.83	0.94
						0.12	0.07		
	0-20	27.5	53	1.11	1.32	0.03	0.02	0.84	0.94
150	20-40	31.1	49	1.11	1.45	0.05	0.03	0.77	0.91
	40-60	31.9	45	1.23	1.52	0.04	0.02	0.81	0.93
						0.12	0.07		
	0-20	30.5	53	1.11	1.32	0.03	0.02	0.84	0.94
210	20-40	33.8	49	1.11	1.39	0.04	0.03	0.80	0.93
	40-60	31.9	45	1.23	1.52	0.04	0.02	0.81	0.93
						0.11	0.07		
	0-20	32	53	1.11	1.3	0.03	0.02	0.85	0.95
270	20-40	33.3	49	1.11	1.4	0.04	0.03	0.79	0.93
	40-60	34.9	45	1.23	1.45	0.03	0.02	0.85	0.95
						0.10	0.07		

وتمت المقارنه باستخدام اختبار (t-test) و من نتائج التحليل اتضح انه لاتوجد فروقات معنويه بين النموذج و البيانات الخارجية لحساب حجم الشقوق في التربة كما يشير الجدول رقم (4-4):

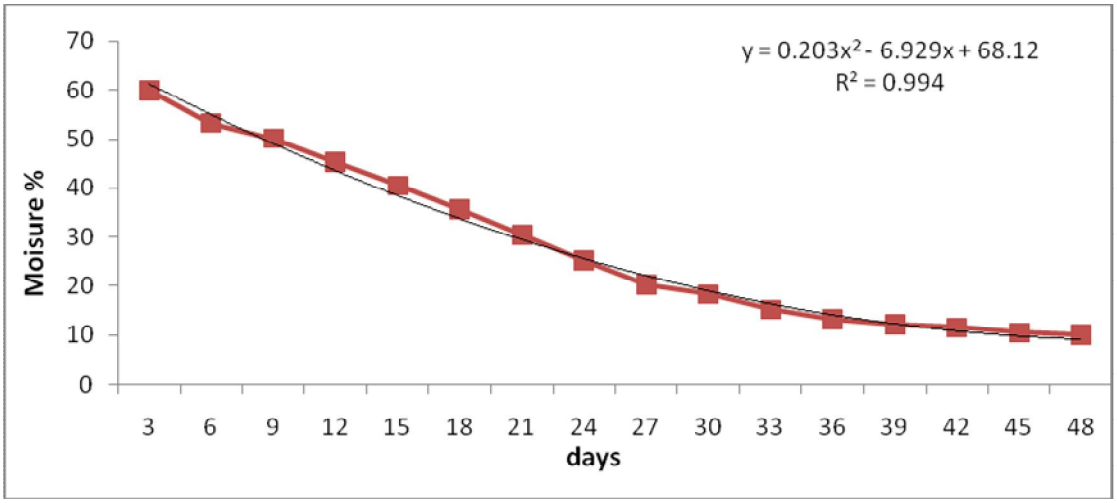
جدول (4-4) يوضح المقارنه بين النموزج وبيانات خارجيه

الرقم	O	E	O-E	(O-E)^2/E	P	DF	T	
1	0.12	0.08	0.04	0.02	0.01	4	2.776	13.28
2	0.12	0.08	0.04	0.02				
3	0.12	0.08	0.04	0.02				
4	0.11	0.07	0.04	0.02				
5	0.10	0.07	0.04	0.02				
N	5			0.111				

قيم الاختبار=T,درجة الحرية=DF , الاحتمالية = P .حجم الرملة بالمتر^3 =E , حجم الشقوق بالمتر^3 = O

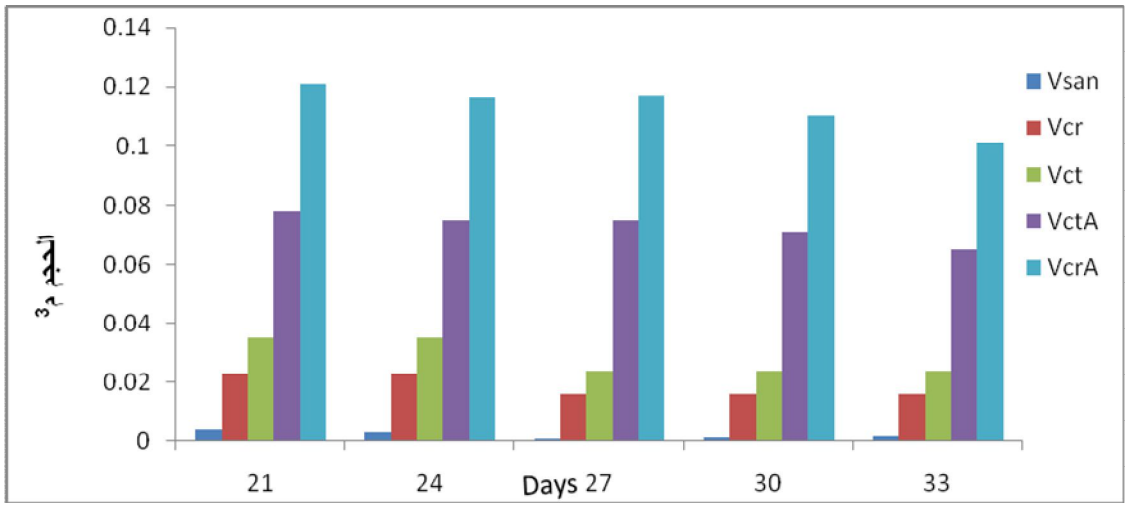
3-4 التغير في المحتوى الرطوبي في التربة مع تقدم الايام:

من النتائج المتحصل عليها من التجربة وجد ان هنالك تدني في كمية الرطوبة في التربة مع تقدم الا يام للتجربة حيث يؤدي ذلك الي جفاف التربة و زيادةحجم الشقوق في التربةالطينية كم موضح في الشكل رقم (4-1)



شكل (4-1) يوضح التغير في المحتوى الرطوبي للتربة مع الايام

يتضح من النتائج المتحصل عليها باستخدام النموذج الرياضي لحساب حجم الشقوق ومقارنتها مع البيانات الخارجية انة ليس هنالك فروقات معنوية بين النتائج مما يشير الي صحة النموذج كما موضح في الشكل رقم(4-2)



شكل (4-2) يوضح المقارنة بين النموذج والبيانات الخارجية (عادل خضر 1985)

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

1-5 الخلاصة:

تم إجراء تجارب حقلية لفترة 48 يوم لقياس الرطوبة والكثافة وحجم الشقوق في الأراضي الطينية في مزرعة كلية الدراسات الزراعية –شمبات وتم تكرار التجارب أربعة مرات في كل يوم تجربة. تزامن مع إجراء التجارب بناء نموذج رياضي لتقدير حجم الشقوق وتغيراته مع تغير الكثافة والرطوبة وعند مقارنة النموذج مع تجارب الحقل ونموذج الخضر 1985 وضحت مقدرة النموذج في التنبؤ بتقدير حجم الشقوق .

2-5 التوصيات:

1. يمكن من نتائج هذه الدراسة إستخدام النموذج الحسابي لتقدير تغيير المحتوى الرطوبي مع الأيام عبر تقدير معدل التسرب وحجم الشقوق في الأراضي الطينية مما يفيد في تقدير كمية المياه المطلوبة للرية الأولى.
2. حتى يمكن تطوير النموذج يتطلب تحقيق مزيد من التجارب الحقلية .

المراجع

- رتشارد اتش كونيكا 2003- تصميم نظم الري - المنظور الهندسي.
- سمير محمد إسماعيل 1986-تصميم وا إدارة نظم الري الحقلي – دار الكتاب الجامعي.
- شارل سكلا 1991– هندسة الري والصرف – جامعة المنصورة – مصر.
- Dr.wynn R. Walker 2003– تمثيل وتقييم وتصميم الري السطحي – دليل المنهج والتوثيق العلمي – جامعة ولاية يوثا.
- عادل محمد خضر 1985 – رسالة دكتوراه.
- www.tawtheegonline.com>showthread – عثمان محمد وداعة – موسوعة التوثيق الشامل – منتدى الزراعة والموارد الطبيعية .
- https://ar.m.wikipedia.org>wiki – الزراعة في السودان – ويكيبيديا – الموسوعة الحرة .
- www.alhadeeqa.com>gardens – منتدى الحديقة – للتعليم الزراعي وتصميم الحدائق

الملاحق

جدول1 يوضح قيم ثوابت التسرب وقيمه Z لأول أيام التجربه

parmeter	r1	r2	r3	Avg
f0	0.017	0.008	0.003	0.02
a	0.28	0.41	0.53	0.41
k	30	11	10.8	17.27
z	126.03	125.8	256.4	181.41

جدول2 يوضح قيم ثوابت التسرب وقيمه Z لثاني أيام التجربه

parmeter	r1	r2	r3	Avg
f0	0.008	0.017	0.017	0.01
A	0.22	0.28	0.25	0.25
K	89.6	89.92	89.92	89.81
Z	331.3	473.7	398	414

جدول3 يوضح قيم ثوابت التسرب وقيمه Z لثالث أيام التجربه

parmeter	r1	r2	r3	Avg
f0	0.017	0.017	0.017	0.02
A	0.64	0.52	0.64	0.6
K	11.9	19.9	9.9	13.9
Z	520.9	430.9	434.3	462.03

جدول4 يوضح قيم ثوابت التسرب وقيمه Z لرابع أيام التجربه

parmeter	r1	r2	r3	Avg
f0	0.008	0.008	0.008	0.01
A	0.61	0.29	0.47	0.46
K	30	35	24	29.67
Z	1090	195.8	384.5	556.77

جدول5 يوضح قيم ثوابت التسرب وقيمهZ لخامس أيام التجربه

Parmeter	r1	r2	r3	Avg
f0	0.017	0.008	0.017	0.01
A	0.61	0.41	0.47	0.5
K	19.9	54	49.9	41.27
Z	727.6	606.1	799.6	711.1

جدول6 جدول يوضح المقارنة بين الحجم الكلي للشقوق والتغير في المحتوى مع معدل التسرب.

Date	Vct	Vcr	Vsand	Zmm/min	V	V total	الرطوبه الكليه
07-Apr	0.064	0.022	0.005	181.4	0.1814	0.6352	42.27
10-Apr	0.041	0.014	0.008	401	0.401	1.266	37.02
14-Apr	0.053	0.018	0.01	462	0.462	1.467	35.61
18-Apr	0.041	0.014	0.013	556.8	0.5568	1.7384	33.06
22-Apr	0.053	0.018	0.017	711.1	0.7111	2.2213	22.05

جدول(7) يوضح المقارنة بين قيم الدراسه ونموذج الخضر

days	vsan	Vct	Vcr	VctA	VcrA
21	0.00038	0.035	0.023	0.121	0.078
24	0.000031	0.035	0.023	0.116	0.075
27	0.000071	0.024	0.016	0.117	0.075
30	0.00012	0.024	0.016	0.11	0.071
33	0.00016	0.024	0.016	0.101	0.065